

宇宙研の観測ロケットへの希望

～宇宙赤外線背景放射観測ロケット実験の紹介～

津村耕司 (東北大学 学際科学フロンティア研究所) tsumura@astr.tohoku.ac.jp

中川貴雄(ISAS/JAXA)、松浦周二(関西学院大学)、白旗麻衣(東北大学)、新井俊明(東北大学)

Abstract

我々はNASAの観測ロケットを用いた天文観測プロジェクトCosmic Infrared Background Experiment (CIBER)において、2009年から2013年にかけて4回の打ち上げ観測を成功させ、科学成果を挙げてきた。この経験から、今後の天文学研究において必要な観測ロケットへの要求と、JAXA宇宙研の観測ロケットへの希望について述べる。具体的には、観測ロケットで天文観測を実施するためには、①1分角以上の姿勢制御能力、②高度300km以上での観測、③装置の回収が可能である事、④装置の回収が不可能な場合は、速い通信速度(~1Mbps)でデータをダウンリンクすること、が求められる。

赤外線背景放射観測ロケット実験CIBER

日本・アメリカ・韓国の国際共同プロジェクト

NASAの観測ロケットを利用

専用望遠鏡を搭載して打ち上げ観測

最高高度~330km、観測時間~10分

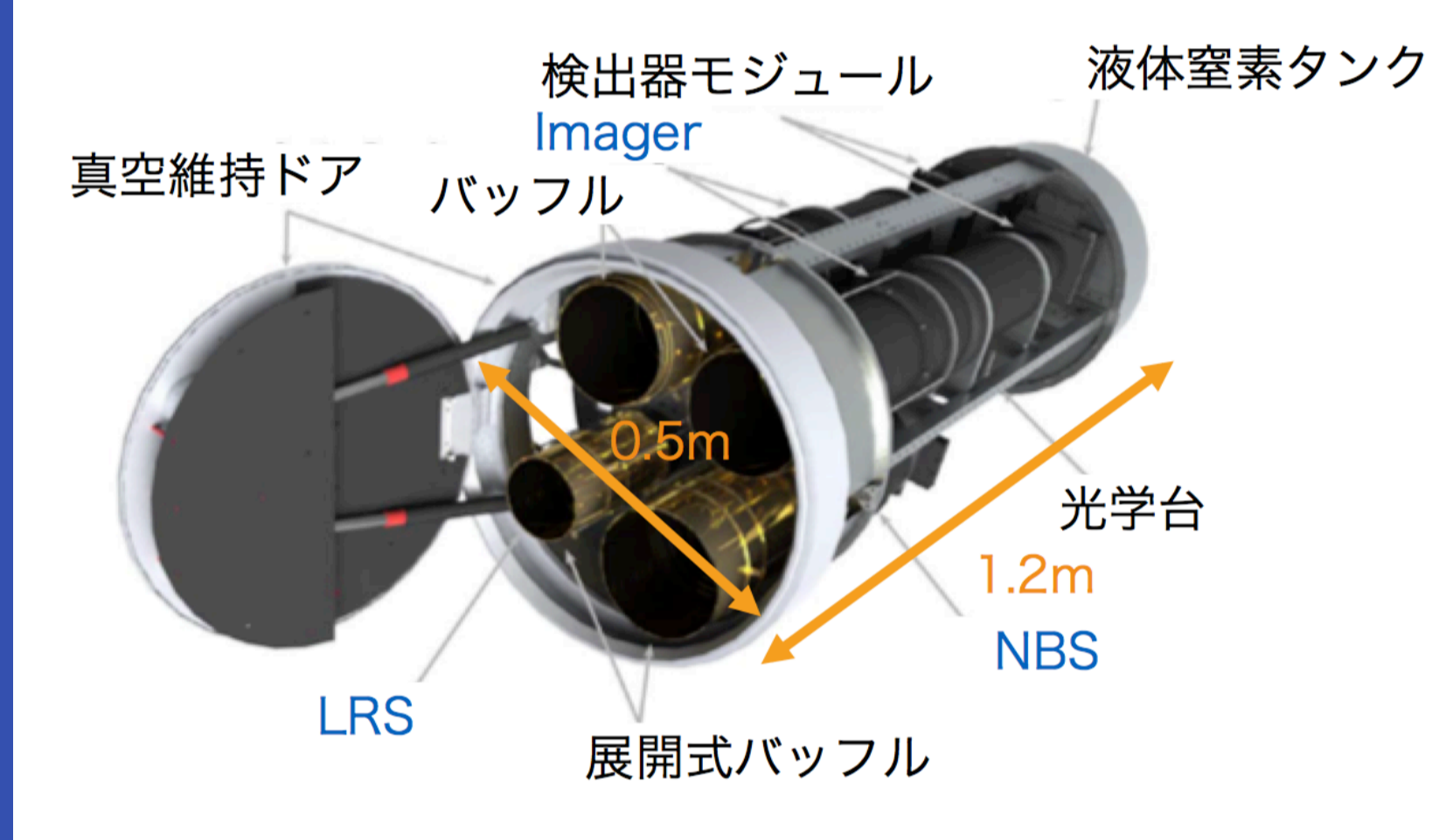
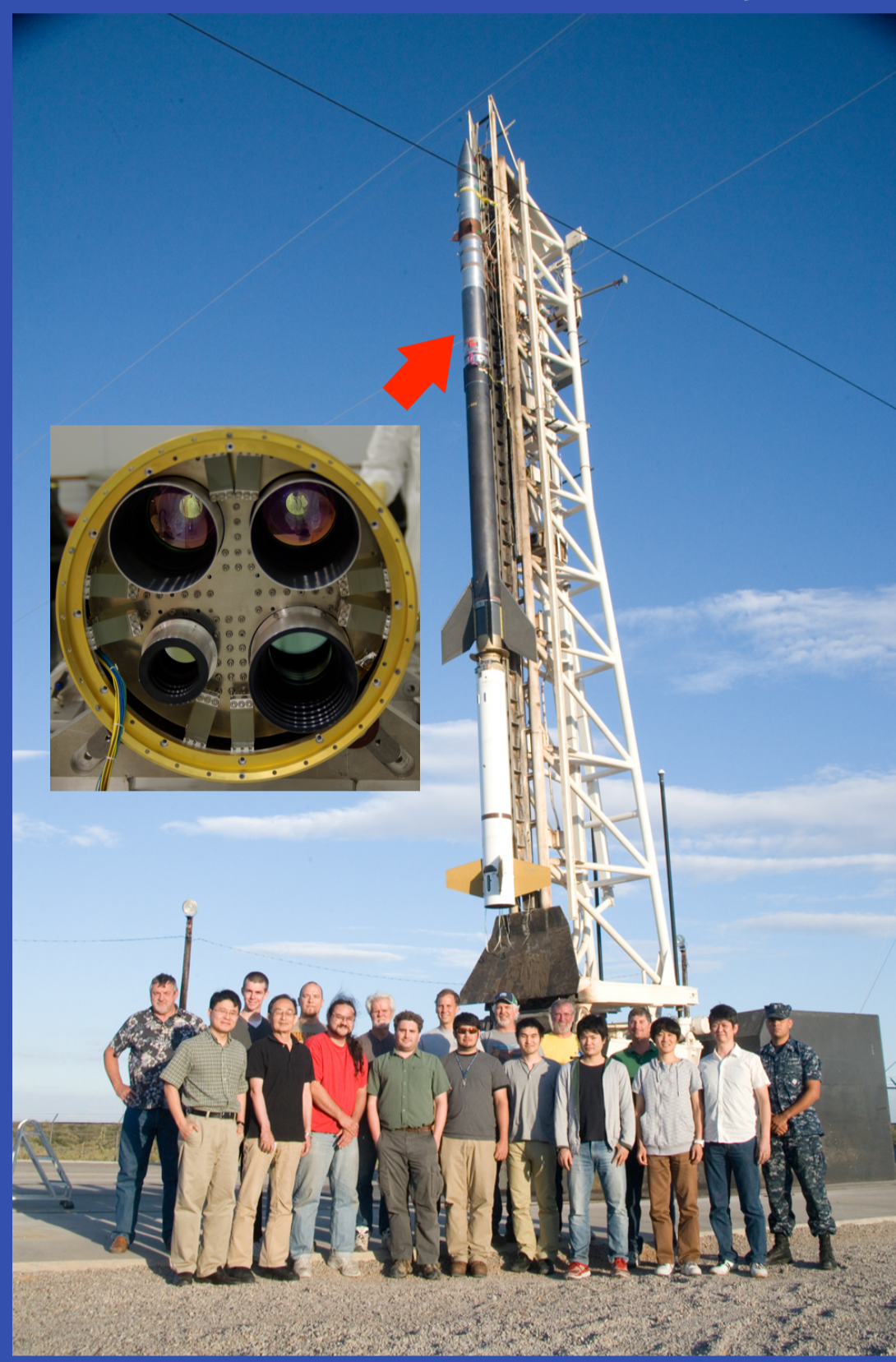
観測後、パラシュートで回収、再利用

2009~2013年に4回の打上げ観測に成功

NASA Group Achievement Award受賞

発展型としてCIBER-2を開発中(白旗ら P-077)

CIBER打ち上げ直前の様子 (NASAホワイトサンズ射場)



	CIBER(実績)[1]	CIBER-2(要求)[10]
装置質量	450 kg	CIBERと同等
到達高度	高度200 km以上での観測 指向精度 <15分角	高度200 km以上での観測 指向精度 <15分角
姿勢制御精度	姿勢安定性 <3秒角(30秒間) 複数天域のポインティング	姿勢安定性 <2秒角(30秒間) 複数天域のポインティング
通信速度	30 Mbps (観測データは全て即時ダウンリンク)	強い要求はなし (観測データはレコーダーに保存)
装置の回収	必須 (ただし最後の打ち上げでは回収なし)	必須 (観測データはレコーダーに保存)
電力	<18 W	CIBERと同等
その他	搭載装置を液体窒素素冷却 ポップアップパッフル	搭載装置を液体窒素素冷却 ポップアップパッフル

科学目的を絞り、それに特化した装置を搭載

他の衛星計画ではカバーされていない波長帯

小口径だが広視野にすることで高い面輝度感度

計画から観測実現まで5年で迅速な成果創出



理論予想を大きく超えるCIBのゆらぎを観測！この宇宙に未知の光源が多く存在することを示唆

小型の観測ロケットでも、科学目的を絞り装置をそれに特化させることで大きな科学成果を得ることは可能！

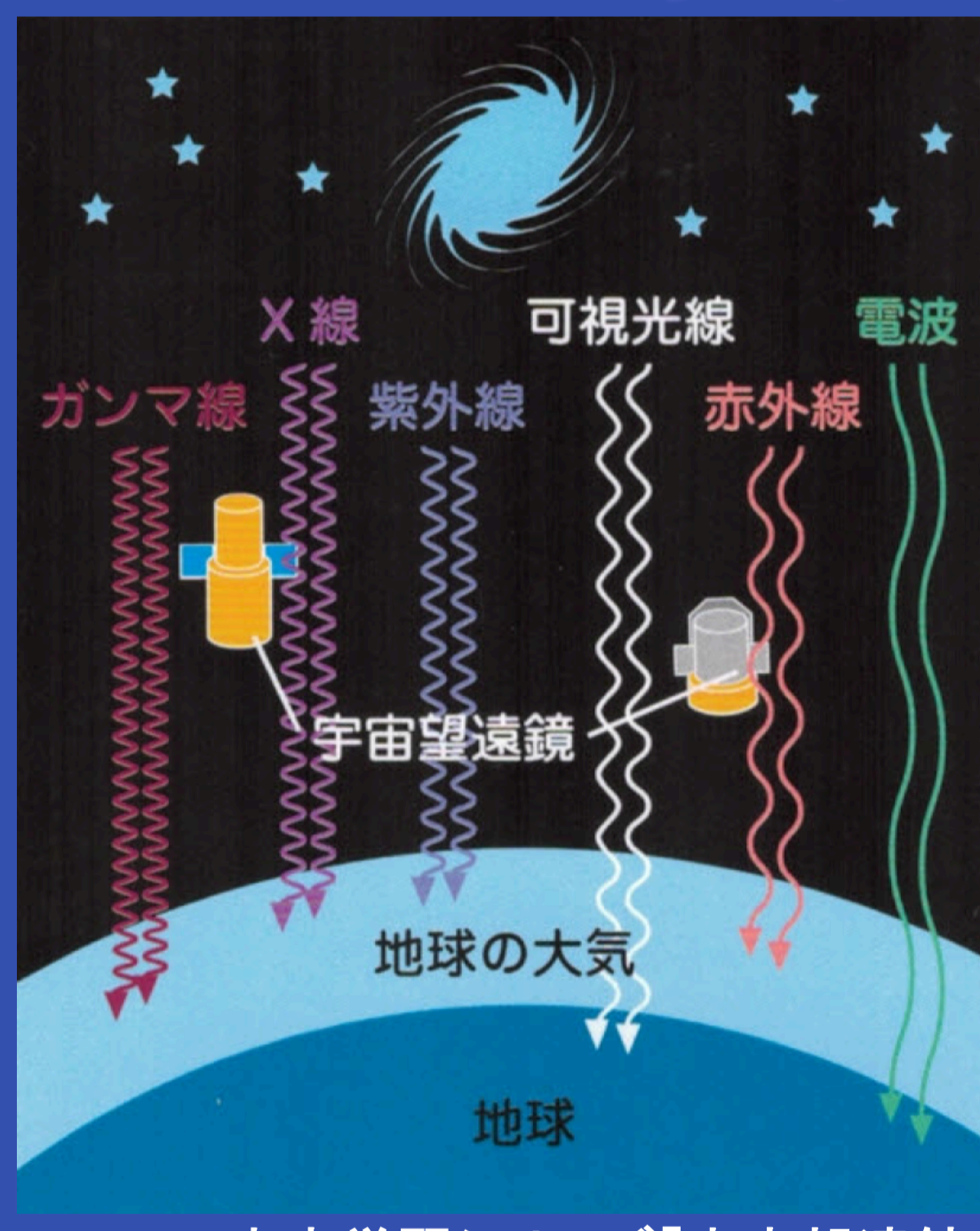
天文分野における観測ロケットの必要性

天文分野におけるスペース観測の必要性

- (1) 大気吸収により地上観測が不可能 (X線やガンマ線、赤外線など)
- (2) 大気ゆらぎによる空間分解能の劣化
- (3) 大気光による感度の劣化

人工衛星に対する優位性

- (1) 新しい分野における迅速な成果創出
- (2) 萌芽的な分野における原理実証
- (3) 人材育成



JAXA宇宙学習シリーズ「宇宙望遠鏡」

大型化・長期化するスペース天文学ミッションに継続的に人材を供給するためにも、継続的な観測ロケットミッションは必要

迅速性・柔軟性に富む国内において観測ロケットという手段を確保することは、将来のスペース天文学の発展のためにも重要

表2 天文観測各分野における需要(私見でまとめたもの)

観測波長	需要
ガンマ線・硬X線	気球高度においてもかなりの観測が可能であるため、搭載可能な装置の重量の観点から、ロケットの優位性を出しにくい。
軟X線	気球では観測制約が大きく、観測ロケットの重要性は高い。ただし、多くの衛星計画があるため、観測ロケットは原理実証が主になる傾向がある。
紫外線	スペース観測が必須であるにもかかわらず大型の衛星計画がないため、観測ロケットのメリットは大きい。日本ではCLASPなどの実績がある。
可視光線	地上からの観測が可能であるため、ロケットの使用は特殊用途(例:ヌル干渉計の技術実証など)に限られる。
赤外線	拡散光の絶対測光・精密観測を中心にメリットが大きく、需要がある。日本ではCIBERなどの実績がある。
電波	地上観測が可能な波長ではロケットの需要はほとんどない。地上観測が不可能な超低周波でも、ロケット高度では観測環境としては不足である。

天文観測で求められる観測ロケットの仕様

表3 天文観測から観測ロケットへの一般的な要求(私見でまとめたもの)

姿勢制御制度	姿勢制御は、全ての天体観測に必須である。ただし0.3度角精度では応用範囲に限られる。1分角程度まで精度があがると、応用範囲が広がる。太陽観測など、より高い精度を要求する分野もある。
到達高度	気球に対する優位性を明確にするためにも、300km以上は必須。近赤外線波長域では、大気光の原因であるOH光発光層は高度約100kmに存在するため、それより十分高い高度(>200km)での観測が必要である[5]。
搭載装置の質量・体積	現状の質量・体積でも応用範囲は広いと思われる。上空での展開機構があると、X線観測など長焦点距離を必要とする応用分野が広がる。
通信速度	速い通信速度が望ましいが、データレコーダーの搭載により通信速度の遅さを補うこともできる。ただしその場合には装置の回収が必要。
リアルタイムコマンド	強い要求はない。
装置の回収	全ての分野において回収の強い要求がある。特に高度な観測機器ほど、その要求が強い。回収が難しい場合は予備的な原理実証実験にとどまり、本格的な観測は回収可能な海外の観測ロケットに移行する傾向がある。

モデルケース:CIBERを日本のロケットで

【CIBERの観測装置仕様】

撮像機能: 7秒角/pix、データ発生量 = 1.2 MB/sec
分光機能: 1.4分角/pix、データ発生量 = 0.5 MB/sec

【ケース1: 分光特化型】

分光機能のみ
姿勢安定性要求: 1分角(30秒間)
複数天域ポインティング
通信速度: >1 MB/sec
装置回収なし

【ケース2: オンボード処理型】

撮像機能 + 分光機能
姿勢安定性要求: <10秒角(30秒間)
複数天域ポインティング
通信速度: >1 MB/sec
上空でデータをオンボード処理してデータ量削減
装置回収なし

【ケース3: 装置回収型】

撮像機能 + 分光機能、姿勢安定性要求: <10秒角(30秒間)、複数天域ポインティング
通信速度: 要求なし(データはDRに保存)、装置回収必須(最低でもDRは回収)